

关中灌区小麦赤霉病预测的初步研究

井金学 商鸿生 王树权 方向军¹⁾

(西北农业大学植保系)

摘 要

根据1977~1985年关中灌区西部的小麦赤霉病的病情和气象资料,经电子计算机进行逐步回归分析,建立了11个适于该地区小麦赤霉病流行的“最佳”预测方程,分别用于中、长期或短期病情预测。其中6个方程采用气象因子的实测值,5个方程采用其预测值。用历史资料的检验和初步试用,表明这些预测方程具有一定的灵敏性和可靠性。

关键词: 小麦赤霉病; 病害预测预报

小麦赤霉病是陕西关中灌区小麦的主要病害和主要防治对象。关中灌区现有小麦品种都不抗病,因而化学防治是综合防治体系中的关键措施。为了提高药剂防治的效果和经济效益,必须开展小麦赤霉病的预测预报,根据病情预测,适时作出防治决策。近年来我国南方一些省、市已提出了小麦赤霉病流行预测的多种方法和经验预测式。由于关中灌区小麦赤霉病流行规律与南方不同,因而必须开发适于本区的小麦赤霉病流行预测方法,建立预测关中灌区小麦赤霉病流行的方程。本研究是利用电子计算机建立的我国黄河流域麦区小麦赤霉病预测方程的首次尝试,旨在探讨以气象因子历史数据为主建立多元回归预测方程的方法及其可行性,并初步建立适用于关中灌区的小麦赤霉病预测方程。

1 研究依据和方法

小麦赤霉病流行的程度,主要取决于小麦品种的抗病性、赤霉病菌的有效侵染菌量和环境条件三个方面及其配合程度。目前,关中灌区主栽和推广品种都是感病品种,寄主条件适于发病。小麦赤霉病的主要侵染源是田间遗留的玉米残秆产生的子囊孢子。据测定关中灌区玉米残秆基数大,子囊壳和子囊孢子出现高峰期基本与小麦易感期同步。在当前品种和菌源条件下,小麦赤霉病年际间流行程度的波动,主要取决于环境条件的变动。关中灌区除一些渍水和下湿地具有常年发病的生态条件外,影响大范围大面积病害流行的环境因素主要是气象条件。多年研究表明,关中灌区小麦抽穗前的气象因素,主要影响小麦赤霉病菌的子囊

本文于1986年9月28日收到。

(1 现在新疆农科院工作。

壳和子囊孢子的发育。抽穗至灌浆初期的气象因素,既影响子囊孢子的释放、飞散、萌发、侵入和在穗部的扩展,又影响小麦的抽穗和扬花期的早晚、历期及灌浆速度。上述复杂的相互作用,最终决定了各年赤霉病的发病程度。

气象因素与小麦赤霉病流行间的关系表现为多因子综合作用,为了确定多个关键气象因子与病情的关系,选用多元逐步线性回归模型较为适宜。其模型为

$$\hat{Y}_i = B_0 + B_1 X_1 + B_2 X_2 + \dots + B_{n-1} X_{n-1} + E_i$$

式中 \hat{Y}_i 是病情,为因变量(预测值)。 X_i 是对因变量贡献较大的气象因子,即自变量(预测因子)。 B_0 项为常数, B_1, B_2, \dots, B_{n-1} 为待定回归系数。

1.1 病情资料的收集和整理

自1977年开始,每年在小麦近成熟期,小麦赤霉病病情停止发展时,按统一方法对我校农作二站和农作一站麦田进行病情普查。根据1977~1985年九年间积累的病情资料,以每块地面积为权数,对病穗率进行加权平均,分别计算出农作二站(代表三道原)和农作一站(代表头道原)的平均病穗率,作为 Y_i 值。

1.2 气象资料的处理

以武功县气象站前述九年间,每年2月至6月上旬间各旬温度(最高、最低、平均)、相对湿度、雨量、雨日数、阴雨日数、雨量 ≥ 5 mm雨日数、日照时数、5 cm地温、温湿度系数等219个气象因子的实测值,作为自变量 X_i 值,与小麦赤霉病病穗率 Y_i 进行单相关普查,选出相关系数绝对值较大的因子,并以专业知识和经验作进一步取舍后,作为多元逐步回归方程的自变量候选因子。

1.3 回归方程的最优化过程

本研究利用本校计算中心的FACOM-M340型计算机的ANALIST程序库,进行逐步回归分析选出最优化方程。基本步骤是,先求出各气象因子取值区间包含因子最多的方程,再逐步提高F检验标准,每步剔除回归方程中标准偏回系数最小的变量 X_i ,直至所有显著的自变量皆已入选和所有不显著的自变量皆已剔除为止。考虑到多因子的综合作用,F值不宜取值过高。最终选出复相关系数R值大、估计标准误 δ 值小的优化方程。上述过程仅保证了方程本身的可靠性,仍需代入历年实测气象因子值,求出历年回报理论值,将其与实测比较,确定各方程拟合率的高低。再对1986年病情进行试报,确定预报偏差值的大小。最后确定出拟合率高和预报误差小的方程作为最优化预测方程。

本研究根据发报时间和方程气象因子取值区间,分别作出三道原流行区和头道原流行区的长期、中期、短期和校正预测方程。

2 研究结果

2.1 与发病率相关程度较高的气象因子

经计算机对发病率与2月至6月上旬的各气象因子进行单相关普查,找出了与发病率相

关程度较高的气象因子。结果表明,三道原流行区与发病率单相关系数 $|r| \geq 0.4$ 的气象因子有36个, $|r| \geq 0.5$ 的有27个, $|r| \geq 0.6$ 的18个, $|r| \geq 0.7$ 的有11个, $|r| \geq 0.8$ 的只有4个,即3月上旬平均气温($r = -0.8427$),3月上旬平均5 cm地温($r = -0.8814$),3月上旬平均最高气温($r = -0.8371$),5月中旬雨量 ≥ 5 mm雨日数($r = 0.8856$)。头道原流行区, $|r| \geq 0.4$ 的气象因子有32个, $|r| \geq 0.5$ 的有20个, $|r| \geq 0.6$ 的有14个, $|r| \geq 0.7$ 的有7个, $|r| \geq 0.8$ 的仅有4个,即3月上旬平均气温($r = -0.8408$)3月上旬平均5 cm地温($r = -0.8622$),5月中旬雨量($r = 0.8004$),5月中旬雨量 ≥ 5 mm雨日数($r = 0.8659$)。以上结果揭示了气象因素与关中灌区小麦赤霉病流行的关系,为建立以气象因子为预报因子的预测方程提供了依据。

2.2 最优化多元回归预测方程

根据电子计算机计算结果,建立了两组共11个方程,分别作为预测三道原区和头道原区小麦赤霉病病穗率的预测方程。这些方程中的预测值和预测气象因子为,

\hat{Y} : 预测病穗率,	X_{11} : 2月上旬合计阴雨日,
X_{21} : 3月上旬平均日照时数,	X_{12} : 3月上旬平均气温,
X_{41} : 3月上旬平均最高气温,	X_{51} : 3月上旬平均5 cm地温,
X_{61} : 3月上旬合计阴雨日,	X_{71} : 3月上旬合计雨量,
X_{81} : 3月中旬合计阴雨日,	X_{91} : 3月下旬平均相对湿度,
X_{101} : 4月上旬合计雨量,	X_{111} : 4月上旬合计阴雨日,
X_{121} : 4月上旬 ≥ 5 mm雨日,	X_{131} : 4月上旬平均温湿度系数,
X_{141} : 4月中旬平均日照时数,	X_{151} : 4月中旬平均5 cm地温,
X_{161} : 4月中旬合计阴雨日,	X_{171} : 4月下旬平均日照时数,
X_{181} : 4月下旬平均5 cm地温,	X_{181} : 4月下旬平均温湿度系数
X_{201} : 5月上旬平均日照时数,	X_{211} : 5月中旬平均地温,
X_{221} : 5月中旬合计雨量,	X_{231} : 5月中旬雨量 ≥ 5 mm雨日。

2.2.1 三道原流行区小麦赤霉病病穗率预测方程

①气象因子为实测值的预测方程

中期预测方程(方程式见表,下同):本方程气象因子取值区间为2月1日至3月31日,发报时间为4月1日。该方程对1977年至1985年各年病情的回报值分别为:12.50, 17.36, 10.41, 16.70, 11.13, 33.05, 27.21, 35.78, 56.64, 历年的实测值为:11.94, 17.56, 7.72, 14.43, 2.17, 28.85, 31.43, 39.82, 57.00, 其平均误差为3.06。对1986年的预测值为31.20, 实测值是19.85, 误差是11.35。上述各值均为病穗率(下同)。

短期预测方程:本方程的气象因子取值区间为2月1日至4月20日,发报时间为4月21日。该方程的回报平均误差为1.99,对1986年病穗率预测误差是61.59。1986年小麦生长期长期干旱少雨是组建本方程的九年资料中未曾遇到过的极端情况,故该方程尚需在进一步积累资料的基础上加以改进,使其进一步完善。

校正预测方程:本方程的气象因子取值区间为2月1日至4月30日,发报时间为5月1

三道原与头道原流行区气象因子为实测值和预测值的分期预测方程

预 测 式 名 称	方 程	F	R	σ	历 史 平 均 误 差	1986年 误 差	
三道原	实测值 (气象因子)						
	中期	$\hat{y} = 131.56 - 9.58X_5 - 0.54X_9$	5.5	0.9509	6.2349	3.06	11.35
	短期	$\hat{y} = 77.64 - 11.61X_2 - 14.84X_3 - 5.74X_5 + 5.82X_9$	2.0	0.9891	3.6348	1.99	61.59
	校正	$\hat{y} = 151.26 - 9.13X_5 - 2.68X_{15} - 5.34X_{17} - 2.66X_{19}$	2.0	0.9956	2.3135	1.69	3.96
	长期	$\hat{y} = 53.50 - 4.41X_5 - 2.49X_{13} + 6.64X_{15}$	9.0	0.9890	3.2590	1.94	2.25
	中期	$\hat{y} = 114.32 - 5.22X_{17} - 10.28X_{17} - 7.22X_{17} + 10.94X_{17}$	2.0	0.9905	3.3960	1.94	10.41
头道原	短期	$\hat{y} = -86.91 + 3.97X_{21} + 0.33X_{22} + 6.56X_{23}$	2.0	0.9422	7.3943	4.05	3.69
	中期	$\hat{y} = 91.23 - 1.83X_7 - 4.87X_5 - 0.54X_9$	3.0	0.9509	1.6597	1.03	8.68
	短期	$\hat{y} = 59.09 - 1.42X_5 - 3.55X_9 + 0.64X_7 + 1.86X_8 + 0.84X_{10}$	3.0	0.9976	0.9246	1.72	4.32
	校正	$\hat{y} = 99.86 - 4.41X_5 + 0.48X_{17} + 5.86X_{17} - 1.24X_{17} - 3.08X_{18}$	5.0	0.9999	0.1679	0.08	13.99
	长期	$\hat{y} = 25.06 - 1.61X_7 + 3.28X_{15}$	6.0	0.9694	2.3309	1.79	3.40
	短期	$\hat{y} = -4.71 + 2.06X_{17} - 0.88X_{18} + 5.11X_{25}$	2.0	0.9722	2.4331	1.47	8.16

日。该方程的回报平均误差是1.69, 预报误差是3.96。

②气象因子为预测值的预测方程

长期预测方程: 本方程预测气象因子的取值区间从2月1日至4月20日。发报时间为1月31日。该方程的回报平均误差是1.94, 预测误差是2.25。

中期预测方程: 本方程预测气象因子的取值区间为4月1日至5月20日。发报时间为3月31日。该方程的回报平均误差是1.94, 预测误差是10.41。

短期预测方程: 本方程的预测气象因子的取值区间从4月20日至5月20日。发报时间为4月19日。该方程的回报平均误差是4.05, 预测误差是3.69。

2.2.2 头道原流行区小麦赤霉病病穗率预测方程

①气象因子为实测值的预测方程

中期预测方程: 本方程的气象因子取值区间与发报日期同于三道原流行区同期方程。该方程的回报平均误差为1.03, 对1986年的预测值为16.84, 实测值为8.16, 误差为8.68。

短期预测方程: 其气象因子取值区间与发报日期同于三道原流行区同期方程。该方程的回报平均误差为1.72, 预报误差为4.32。

校正预测方程: 其气象因子取值区间与发报日期同于三道原流行区同期方程。该方程的回报平均误差为0.08, 预报误差为13.99。

②气象因子为预测值的预测方程

长期预测方程: 其发报日期和预测气象因子取值区间均同于三道原流行区。该方程的回报平均误差为1.79, 预报误差为3.40。

中期预测方程: 本方程虽其它指标较好, 但其与1986年实测值误差较大, 暂舍去, 待积累资料后修正建立。

短期预测方程: 其发报日期与预测气象因子取值区间均同于三道原流行区。其回报平均误差为1.47, 预报误差为8.16。

由于三道原和头道原分别代表了两个不同的流行区, 因此, 本研究对上述两区分别组建分期预测方程。以实测气象因子为预测因子的方程, 三道原和头道原各3个, 以预测气象因子为预测因子的方程, 三道原3个, 头道原2个, 共11个方程。这些方程的稳定性、拟合率和预测力都较好。但以气象因子为预测值的方程, 其预测力的高低要依赖气象预报的准确性。本文建立的分期预测方程和气象因子为实测值、预测值的各组方程, 实行两连环预报, 是为了不断纠偏相互校正, 克服天气突变可能引起的偏差, 提高预测的准确性。

3 小结与讨论

利用电子计算机组建病害预测方程是一项新技术, 它对提高病害预测的准确度, 使病害预测手段现代化有重要意义。在小麦赤霉病预测方面, 上海、湖北等地已试用电算机建立了病情预测模型。我国北方冬麦区小麦赤霉病流行规律与长江中下游地区不同, 不能直接利用该区的研究成果。我们依据陕西杨陵地区连续九年的病情和气象要素资料, 利用电算机进行多元逐步回归分析, 组建了分别用于关中西部灌区三道原和头道原的两组分期预测方程, 其R值均大于0.94, σ 值均小于7.4, 表明该方程都有相当的稳定性。对历史流行实测值的拟

合率也相当高。这说明本研究的设计思想是合理的，技术路线是可行的。

小麦赤霉病的流行程度取决于小麦品种的抗病性、病原菌的数量及其发育进度和环境因素三方面的配合程度。据作者多年研究，在关中平原灌区只有环境因子，特别是气象因子年际间变异较大，是决定赤霉病病情的主要因素。作者利用电算机进行219个气象因子与病情的相关普查，初步探明了各气象因子的相对重要性。并利用其中对病情“贡献”较大的因子，组建了多元回归预测方程。多元回归方程选取预测因子的主要标准是其预测能力，因此这些因子可能是有明确生物学意义的，也可能没有或很难确定其生物意义，因而不能解释其作用。前者如5月中旬雨量大于5 mm的雨日数，这一因子有利于病菌的侵染、蔓延和扩展，加重病情。后者如3月上旬5 cm地温，该因子有可能与流行关键时期某一气象因子或生物因子相关，从而影响病害流行。我国迄今所建立的病虫害预测式多利用病虫害发生关键时期有明确生物学意义的因子的预测值作为预测因子，因而病虫害预测的准确程度依赖于天气预报的准确性。为了改变这种状况，提高预测的准确率，应利用病虫害发生早期的气象因子实测值。这些气象因子就是所谓“前兆因子”，其生物学意义多较难阐明。作者提出的预测方程中，有些只用前兆因子，用它作长期预报，有一定准确性，值得进一步探索。

本研究仅依据九年资料，1986年的一些预报因子已超越了历史数据的经验范畴，而多元线性回归预报方法所建立的方程无非是一种“经验方程”，经验公式的最主要特点是，一般不能外延，如要外延，可能产生较大的误差，承担风险。因此本研究尚需继续累积资料，进一步完善。首先要按标准化的调查方法，获得多年病情资料，将其不断补充进预测方程中，提高其预报能力，以便用于实际的病情测报。其次，鉴于关中灌区各地农业生态条件不尽相同，应建立适于不同生态区域的预测方程，这些方程的预测因子应当有所不同。例如黄土台原新灌区土壤水分条件差，能够限制赤霉病菌的发育和侵染，因而相应的预测方程，除气象因子外，还应考虑将菌源因子作为预测因子。

参 考 文 献

- 1 周世明. 应用电子计算机技术进行小麦赤霉病预测预报的研究之一. 植物保护 1979, (5): 37-44
- 2 湖北省小麦赤霉病长期预报协作组. 湖北省小麦赤霉病流行的统计学模式及长期预报方法的研究. 中国农业科学 1981(1): 71-77
- 3 商鸿生、王树权等. 陕西关中小麦赤霉病发生规律的研究. 西北农学院学报 1980(1): 27-28

A PRELIMINARY STUDY ON FORECASTING
WHEAT HEAD BLIGHT IN IRRIGATED AREA
OF CENTRAL SHAANXI

Jing Jinxue

Shang Hongsheng

Wang Shuquan

Fang Xiangjun

(*Department of Plant Protection, Northwestern Agricultural
University*)

Abstract

Based on the historical data from 1977 to 1985, 11 multiple regression equations were developed by using computer for forecasting wheat head blight (*Fusarium graminearum Schw.*) in irrigated area of Central Shaanxi. In the 6 equations observed values of meteorological factors were used, and in the other 5 equations the estimated ones were adopted. Through testing by the historical data and preliminary using it was demonstrated that these equations had both satisfactory sensitivity and validity.

Key words: *Fusarium graminearum Schw.*, wheat head blight, plant disease forecasting, irrigated area of Central Shaanxi